

## A TÉR ÉS AZ IDŐ, MINT A MOZGÓ ANYAG LÉTFORMÁI

Írta: Dr. Kocsondi András

A tér és az idő mindig a filozófia és a természettudomány egyik igen fontos kategóriája volt, mindig a filozófusok és a természettudósok — elsősorban a fizikusok — érdeklődésének középpontjában állt. Éppen ezért e kategóriák értelmezése körül évszázadok óta harc folyik mind a filozófiában, mind a természettudományban. A tér és az idő kérdéseire adott felelet elsősorban a filozófia alapkérdésében elfoglalt állásponttól függ; e kérdések eldöntésénél is döntő különbség van az idealizmus és a materializmus között. Lenin a Materializmus és empiriokriticismus c. művében aláhúzza ezt a szoros kapcsolatot a tér és az idő, valamint a filozófia alapkérdése között: „A tér és az idő tana elválaszthatatlanul összefügg azzal, hogy miként oldjuk meg az ismeretelmélet fő kérdését: vajon testek és dolgok képmásai-e érzeteink, vagy pedig a testek érzeteink komplexumai?...”<sup>1</sup> Ebben a kérdésben az idealizmus és a materializmus különbsége abban mutatkozik meg, hogy az idealisták — különösen a szubjektív idealisták — a teret és az időt szubjektumunk teremtményének, függvényének tekintik; a materialisták viszont a teret és az időt tudatunktól függetlennek fogják fel.

A tér és az idő filozófiai és természettudományi problémáinak vitája azonban nem szűkölt le ezen kategóriák természetével kapcsolatos kérdésekre; egy másik igen fontos probléma az volt, hogy milyen a viszony a tér és az idő, valamint a mozgó anyag között; azaz nemcsak a két fő filozófia-elmélet, hanem a két fő módszer szempontjából is különbség van. A metafizikusok úgy tekintették a teret és az időt, mint az anyagtól független, az anyag mellett létező realitást; a dialektika hívei viszont rámutattak arra, hogy a tér és az idő elválaszthatatlan kapcsolatban áll a mozgó anyaggal, hogy anyag nélkül nem léteznek.

\*

A legismertebb és legelterjedtebb idealista tér- és idő-felfogás Immanuel Kant nevéhez fűződik. Mint ismeretes, ő a teret és az időt az érzéki szemlélet tiszta formáinak tekinti, melyeket nem döntheti meg vagy nem erősítheti meg a tapasztalat. „Mi tehát tér meg idő? — teszi fel a kérdést Kant. — Valódi lények-e? Vagy pedig a dolgoknak csak meghatározásai ugyan, viszonyai, de mégis olyanok, melyek, ha nem szemléltetnek is, megilletnék őket; vagy pedig

<sup>1</sup> Lenin: Ö. M. 14. Szikra, Bp. 1954. 181. old.

olyanok-e, melyek csak a szemlélet formájához tartoznak, tehát eiménk szubjektív mivoltához, mely nélkül ez állítmányokat semmiféle tárgynak nem tulajdonítanak?”<sup>2</sup> Kant e kérdés feltevésében lényegében felvázolta a tér- és idő-felfogás három legjelentősebb koncepcióját: a) metafizikus materializmus felfogása, (görög atomisták, Galilei, Newton), amely a teret és az időt a létezés általános formáinak, a dolgok és az események tartályának, azaz reálisan létezőnek tekintette; b) (materialista) dialektika álláspontja, (Aristoteles, Leibniz, Huygens),<sup>3</sup> amely úgy tekinti a teret és az időt, mint maguknak a dolgoknak általános sajátosságát, mint a dolgok egymásmellettiségének és az események egymásutániségének rendjét, azaz mint magának az anyagnak a létformáit; c) szubjektív idealizmus (Berkeley, Hume, Kant, machizmus, fizikai idealizmus stb.) koncepciója, mely szerint a „kiterjedés nincs az elmén kívül”, „s az időt... elménk ideáinak egymásutánja méri”<sup>4</sup> azaz a tér és az idő tudatunkban „eleve adott”, „velünk született”, „tapasztalat előtti” stb.

A tér — Kant szerint — „nem empirikus fogalom”, hanem „szükséges a priori képzet, mely minden külső szemléletnek alapul szolgál”, nem „általános fogalom tárgyak viszonyáról általában, hanem tiszta szemlélet”; éppen ezért „a tér nem tűnetheti föl némely magánvaló dolog tulajdonságát, sem a magánvaló egymáshoz való viszonyát”.<sup>5</sup> Ezek alapján a következőképpen határozza meg a teret: „nem egyéb, mint a külső érzékek minden jelenségének formája, azaz az érzékiség ama szubjektív föltétele, mely mellett egyedül lehetséges számunkra külső szemlélet... minden jelenség formája minden valódi észrebevés előtt, tehát a priori, van megadva az elmében...”<sup>6</sup> Hasonlóan vélekedik az időről is. Az idő — vallja Kant — „nem empirikus fogalom”, hanem „szükséges képzet, mely minden szemléletnek alapul szolgál”, „tehát a priori van adva”; nem „általános fogalom, hanem az érzéki szemlélet tiszta formája”; ebből következőleg „az idő nem valami, ami megállna, vagy mint objektív határozomány a dolgokhoz tartoznék, tehát ha szemléletünk minden szubjektív föltételétől elvonatkoztatunk, akkor is megmaradna”.<sup>7</sup> Ezek alapján Kant így határozza meg az idő fogalmát: „nem egyéb mint a belső érzékek, azaz magunk s belső állapotunk szemléletének formája... minden jelenségnek általában formái a priori föltétele”.<sup>8</sup> Látható, hogy Kant határozottan elveti a tér- és idő-felfogás első két koncepcióját, s a szubjektív idealizmus álláspontjára helyezkedik. Úgy fogja fel a teret és az időt, mint szubjektumunk termékét, mint az emberi érzéklés szubjektív formáit. Vagyis Kant szerint a tárgyak és jelenségek nem objektíven léteznek térben és időben, hanem az érzéklés során mi helyezzük őket térbe és időbe; a tér és az idő nem a „Ding an Sich” tulajdonsága, vagy viszonya, hanem a szubjektum tulajdonsága. Ily módon a tér és az idő kanti szubjektív idealista felfogásában, amely a teret és az időt az érzéki szemlélet a priori formáinak tekinti, teljesen megszűnt ezen kategóriák objektivitása.

<sup>2</sup> Kant: Tiszta ész kritikája. Filozófiai Írók Tára, IX. 1891. 43. old.

<sup>3</sup> A dialektikus materializmus lényegében ezen koncepció felfogását fejlesztette tovább, megtisztítva azt idealista kontól.

<sup>4</sup> Berkeley: Három párbeszéd... Filozófiai Írók Tára, XXI. 1909. 31—32. old.

<sup>5</sup> Lásd: Kant: Tiszta ész kritikája: id. kiad. 43—45. old.

<sup>6</sup> Uo. 46. old.

<sup>7</sup> Uo. 48—49. old.

<sup>8</sup> Uo. 50. old.

A természettudományok területén a tér és az idő kanti felfogását lényegében megdöntötte már az a nagy változás, amely a geometriában bekövetkezett a XIX. század első felében. Bolyai, Lobacsevszkij, Gauss, majd az ő tanításai alapján Riemann kidolgoztak egy olyan geometriai rendszert, amely minőségi változást jelentett a geometria fejlődésében. Bebizonyosodott, hogy az eddigi térszemlélet, az ún. euklidesi geometria nem az egyedül lehetséges tér-elmélet, sőt kiderült, hogy ez a geometria csak egyik határesetje az ún. (általános) Riemann-féle geometriának.

A nem-euklidesi geometria filozófiai jelentősége többek közt az, hogy rámutatott a kanti tér- és idő-felfogás tarthatatlanságára. Kant tér és idő elmélete az euklidesi geometrián alapult. Kant ugyanis az euklidesi geometriát tartotta az egyetlen lehetséges geometriai térelméletnek. Az euklidesi geometriát a priorinak tekintette, s ezért számára sohasem létezhetett olyan tapasztalat, amely ellentmondana ennek a geometriának. Az euklidesi geometria „a priori jellegéből” Kant a tér a priori jellegére következtetett. A Bolyai—Lobacsevszkij-féle geometria, majd ennek riemann-i továbbfejlesztése bebizonyította, hogy térszemléletünk nem a priori jellegű, hanem a tapasztalatból származik, s így maga a tér sem lehet szemléletünk a priori formája, hanem az objektív valóság, az anyag formája.

A kanti tér- és idő-felfogást filozófiailag csak a dialektikus materializmus tudta megcáfolni.<sup>9</sup> Kant felfogása már csak azért sem igaz, mert a „tisztá matematika” és a „tisztá geometria” tételei az objektív valóságból, a tapasztalatból származnak, tehát a posterioriak, és nem a priori szintetikus ítéletek, mint Kant hirdeti. Azt, hogy térképeztünk ténylegesen az objektív valóságból, s nem a tudatunkból származik, Engels — Dühring felfogását bírálva — a következőképpen bizonyította be: „Mint a szám fogalma, úgy az alak fogalma is, kizárólag a külső világból van kikölcsonözve, és nem a fejben, a tiszta gondolkodásból keletkezett. Kellett, hogy legyenek dolgok, amelyeknek alakjuk volt, s amelyeknek alakját összehasonlították, mielőtt az alak fogalmához eljutottak. A tiszta matematikának tárgyát, a valóságos világ tényformái és mennyiségi viszonylatai, tehát nagyon is reális anyag alkotja. Hogy ez az anyag felette elvont alakban jelenik meg, az csak felületesen fedheti el a külső világból való eredetét. De hogy ezeket az alakokat és viszonylatokat a maguk tisztaságában vizsgálhassuk, teljesen el kell őket választanunk tartalmuktól, és ézt, mint közömböst, félre kell tennünk;...”<sup>10</sup>

A tér és az idő minden egyéb szubjektivista felfogása lényegében Kant felfogását viszi tovább. Lenin, bírálva Mach és Avenárius felfogását, akik a teret és az időt „érzetsorok jól rendezett rendszereinek” tekintik, lényegében minden szubjektív idealista felfogás bírálatát adja: „...miként a dolgok vagy testek — írja — nem egyszerű jelenségek, nem érzetkomplexumok, hanem

<sup>9</sup> Igaz, Marx és Engels előtt már Hegel is fellépett Kant felfogása ellen, azonban a tér és az idő nála is szubjektivizálódik, annak ellenére, hogy összekapcsolja ezeket az anyaggal, és a mozgással: ti. Hegel szerint a tér és az idő az abszolút eszme fejlődése eredményeként jönnek létre, s így, ha az egyes emberek tudatától függetlenek is, mégis az eszme teremtményei.

<sup>10</sup> Engels: Anti-Dühring. Szikra, Bp., 1948. 37. old.

érzeteinkre ható objektív valóságok, éppúgy a tér és az idő sem pusztán a jelenségek formája, hanem a lét valóságos, objektív formája.”<sup>11</sup>

\*

A dialektikus materializmus tehát elveti a tér és az idő szubjektív idealista felfogását, s rámutat ezen kategóriák objektív jellegére. A tér és az idő a mozgó anyag létformái, s mint ilyenek, nem lehetnek szubjektumunk teremtményei, nem lehetnek sem „az érzéki szemlélet tiszta formái”, sem „érzetsorok jól rendezett rendszerei”. Az anyag és a mozgás objektivitásának elismeréséből következik a tér és az idő objektivitásának elismerése. Éppen ezért minden következetes materializmus a teret és az időt tudatunktól függetlennek tekinti. „A materializmus — írja Lenin — elismeri az objektív valóság, vagyis a mozgásban lévő anyag tudatunktól független létezését, ezért elkerülhetetlenül el kell ismernie az idő és a tér objektív valóságát is, ellentétben mindenekelőtt a kantizmussal, mely ebben a kérdésben az idealizmus pártján áll, és az időt és a teret nem objektív valóságnak, hanem az emberi szemlélet formájának tekinti.”<sup>12</sup>

A tér és az idő objektív jellegének elismerésén túl a marxista filozófia bebizonyította ezek elválaszthatatlan kapcsolatát a mozgó anyaggal. A tér és az idő kapcsolata a mozgó anyaggal abban mutatkozik meg, hogy a teret és az időt a mozgó anyag határozza meg, anyag nélkül, az anyagtól függetlenül nem léteznek. Engels bírálva Nágeli felfogását, rámutat a tér és az idő, valamint az anyag szoros, belső, lényegi kapcsolatára: „Az anyag e két létezési formája az anyag nélkül természetesen semmi, üres elképzelés, csak fejünkben meglévő absztrakció.”<sup>13</sup>

Mivel a tér és az idő a mozgó anyag létformái, tulajdonságaikat mindig az anyag, mint tartalom határozza meg. Ilyen vontkozásban felvetődik a tartalom és a forma problémája. Lehet-e a tartalom és forma kategóriáját a mozgó anyag, valamint a tér és az idő kapcsolatára alkalmazni? S ha igen, milyen mértékben, milyen viszonylatban?

Az első kérdésre véleményünk szerint határozott igennel kell felelni. A marxizmus klasszikusai nem véletlenül nevezték a teret és az időt az anyag létezési formáinak; a tér és az idő, mint létformák, az anyagnak, mint tartalomnak speciális formái. Ilyen értelemben fennáll az anyag, valamint a tér és az idő között a tartalom és forma kapcsolata. Ez a kapcsolat, mint ismeretes, elsősorban azt jelenti, hogy a tartalom — tehát a mozgásban lévő anyag, — a meghatározó, az elsődleges, az eredendő a formával — tehát a térrel és az idővel — szemben. Vagyis a tér és az idő önmagukban nem meghatározottak, hanem a mozgó anyagtól függenek. „... Nem a dolgok előfeltételezik a teret és az időt, — írja Feuerbach, Hegel azon felfogását bírálva, mely szerint az anyag „térből és időből keletkezik”, — hanem a tér és az idő előfeltételezi a dolgokat, mert a tér vagy a kiterjedés előfeltételez valamit, ami kiterjed, és az idő, a mozgás — hiszen az idő csak a mozgásból elvont fogalom — előfeltételez valamit, ami mozog. Minden térbeli és időbeli.”<sup>14</sup>

\*

<sup>11</sup> Lenin: I. m. 177. old.

<sup>12</sup> Lenin: I. m. 176—177. old.

<sup>13</sup> Engels: A természet dialektikája, Szikra. Bp., 1952. 245. old.

<sup>14</sup> Idézi: Lenin: Filozófiai füzetek, Szikra, Bp. 1954. 50. old.

A materializmus fenti felfogását messzemenően igazolja a tér és az idő modern fizikai elmélete, a relativitáselmélet. A relativitáselmélet elvetette a klasszikus fizika által kidolgozott abszolút tér és abszolút idő, valamint az abszolút mozgás fogalmát. A fizikában ily módon megszűnt a tér, mint olyan, mint a mozgó anyaggal való mindennemű kapcsolat nélküli kiterjedés fogalma, és az idő, mint olyan, mint az anyagi folyamatoktól független változékonyság, folyamatosság fogalma. A tér és az idő új fizikai elmélete, a relativitáselmélet egy újabb — s tegyük hozzá, igen jelentős — lépés a természet materialista értelmezésében, mivel kimutatja, hogy a reális tér- és idő-tulajdonságokat az anyag és az anyag mozgása határozza meg.

A speciális relativitáselmélet első következtetése az események egyidejűségével kapcsolatos. — A klasszikus fizikának az volt a felfogása, hogy ha két jelenség egyidejű egy adott vonatkozási rendszerben, akkor — az abszolút idő fogalmából következően — egyidejű minden más vonatkozási rendszerben is. Ez a törvény a speciális relativitáselmélet alaptörvényét, a fénysebesség állandóságának és maximális voltának elvét véve alapul, nem állja meg a helyét, vagyis nem érvényes az események abszolút egyidejűsége. Két esemény (pl. két fényforrás felvillanása), amely egyidejű az egyik koordináta-rendszerben, nem lesz egyidejű, azaz egymásutáni lesz egy másik, hozzá viszonyítva egyenesvonalú, egyenletes mozgást végző, azaz ún. inercia-rendszerben. Kitűnt, hogy az idő ritmikája függ a mozgó test sebességétől, a sebesség növekedésével a rendszerben végbemenő folyamatok lelassulnak, tehát az időtartamok meghosszabodnak. A sebesség növekedésével az idő-intervallum  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ -tel növekszik meg, azaz

$$dt = \frac{dt_0}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (1)$$

ahol  $v$  = a test sebességével,  $c = 3 \cdot 10^{10}$  cm/sec = a fény sebessége vákuumban;  $dt_0$  = időtartam a nyugvórendszerben;  $dt$  = időtartam mozgórendszerben.

A speciális relativitáselmélet másik következtetése az volt, hogy nem létezik a newtoni abszolút tér. Einstein kimutatta, hogy a távolság függ a mozgórendszer sebességétől. Pl. egy mozgórendszerben mért távolság rövidebb lesz állórendszerből mérve. A természet alapvető törvénye, hogy a mozgórendszerbeli távolságok állórendszerből mérve megrövidülnek, vagyis a test távolsága, ill. hossza a sebesség növekedésével csökken. A hosszúság tehát nem abszolút adat, hanem függ a test mozgási állapotától. A mozgó test a mozgás irányában minden esetben  $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}$ -szer rövidül meg, azaz a mozgórendszerbeni és a nyugvórendszerbeni távolság viszonya a következő lesz:

$$dl = dl_0 \sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}, \quad (2)$$

ahol  $v$  = a test sebessége;  $c = 3 \cdot 10^{10}$  cm/sec = a fény sebessége;  $dl_0$  = a test hossza nyugvórendszerben;  $dl$  = a test hossza mozgórendszerben.

Ez azt jelenti, hogy a tér és az idő tulajdonságai önmagukban nem meghatározottak, hanem a mozgó test (inercia-rendszer) sebességétől függenek, vagyis ha megváltozik a test sebessége, megváltoznak a test tér és idő viszonyai, koordinátái is; más szavakkal: ha egy inercia-rendszerről átmegyünk egy másik inercia-rendszerre, akkor a tér és az idő koordinátáinkat át kell számítani, transzformálni kell. Két koordináta-rendszer tér- és időkoordinátái közötti viszonyt az ún. Lorentz-féle transzformáció képletei fejezik ki:

$$x' = \frac{x - vt}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}; \quad y' = y; \quad z' = z; \quad t' = \frac{t - \frac{v}{c^2}x}{\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}}, \quad (3)$$

ahol  $x, y, z, t$ , a  $K$ -vonatkozási rendszer tér és idő koordinátái;  $x', y', z', t'$  pedig — a  $K$  rendszerben az  $X$  tengely irányában  $v$  sebességgel mozgó —  $K'$  rendszer koordinátái;  $c = 3 \cdot 10^{10}$  cm/sec = fénysebesség.

A speciális relativitáselmélet szerint tehát az idő és a tér intervallumok szoros kapcsolatban állnak a mozgó test sebességével, mindig a mozgó test határozza meg a tér hosszúságot, és az időmomentumot. Míg a klasszikus fizika szerint a térbeli és időbeli nagyság azonos volt minden inercia-rendszerben, addig a Lorentz-féle transzformáció szerint világossá válik, hogy ez — legalábbis nagy sebességek esetén — nem érvényes. Ha azonban az adott koordináta-rendszer sebessége ( $v$ ) a fénysebességhez ( $c$ ) viszonyítva kicsi, akkor  $\frac{v^2}{c^2}$  értéke gyakorlatilag egyenlő lesz nullával, s ebben az esetben a Lorentz transzformáció képletei (3) átmennek az ún. Galilei-féle transzformációba, amely a klasszikus fizika tér- és idő-felfogásának alapját képezi; vagyis

$$x' = x - vt, \quad y' = y, \quad z' = z, \quad t' = t, \quad (4)$$

ahol  $x, y, z, t$  = a  $K$ -rendszer koordinátái;  $x', y', z', t'$  = a  $K'$ -rendszerben  $v$  sebességgel mozgó  $K'$ -rendszer koordinátái.

Ebből számunkra az is érthető lesz, miért tekintette a klasszikus fizika a teret és az időt abszolútnak; ti. ez mindig csak olyan mozgásokkal foglalkozott, ahol a mozgó test sebessége a fény sebességéhez viszonyítva kicsi, s így a mozgás hatása a tér és idő intervallumokra is kicsi, érzékileg nem felfogható, gyakorlatilag elhanyagolható.

A speciális relativitáselmélet ezen tételei egyértelműen bizonyítják a marxizmusnak a térről és az időről, mint a mozgó anyag létformáiról. szóló tanítását. A tér és az idő, mint láttuk, mindig a mozgó test sebességétől függ, s ilyen értelemben fennáll közöttük a tartalom és a forma kapcsolata.

\*

A speciális relativitáselmélet tér- és idő-felfogása azonban ezzel nem merül ki. A Lorentz-transzformáció képletei nemcsak a tér és az idő, valamint a mozgás szoros kapcsolatára, egységére mutatnak rá, hanem egymás közötti kapcsolatukra is, a tér és az idő egységére is. A (3) képletekből látható, hogy a tér koordináta ( $x'$ ) nemcsak a mozgó test sebességétől függ, hanem az időintervallumtól is ( $t$ ), és fordítva: az időintervallum ( $t'$ ) függ a tér koordináta nagyságától ( $x$ ) is. Az (1) és (2) képletekből pedig az látható, hogy az idő-

tartam hosszabbodása és a távolság megrövidülése között összefüggés áll fenn: ha csökken a távolság, nő az időtartam, és fordítva; és hogy az időtartam meghosszabbodását és a távolság megrövidülését ugyanaz az állandó fejezi ki. Vagyis a relativitáselmélet — a newtoni fizikával szemben — rámutat arra is, hogy igen szoros kapcsolat áll fenn a tér és az idő nagyságok között, a távolságcsökkenés és az időnövekedés arányos egymással.

A tér és az idő egységét még jobban megmutatja a speciális relativitáselmélet H. Minkowski által történt továbbfejlesztése. Mint ismeretes, minden esemény leírásához négy adat szükséges: a három tér koordináta ( $x, y, z$ ) és egy időadat ( $t$ ). Minkowski szerint célszerű, ha az időadatot is térkoordinátának vesszük, mégpedig  $i$  arányossági szorzóval megszorozva, (itt  $i = \sqrt{-1}$ ;  $c = 3 \cdot 10^{10}$  cm/sec). Az így kapott négy koordináta:  $x, y, z$  és  $ict$  úgy tekinthető, mint egy négydimenziós tér. E négy adat a négydimenziós tér adott pontját, ill. az  $e$  pontban lejátszódó eseményt egyértelműen meghatározza. A négydimenziós pontok halmazát, eseményterét Minkowski téridőkontinuumnak, vagy röviden téridőnek nevezte. A Minkowski-féle négydimenziós tér nem jelenti azt, hogy terünk egy új dimenzióval bővül, terünk változatlanul 3 dimenziós, s ehhez a 3 dimenziós térhez kapcsolódik hozzá az idő, mint negyedik dimenzió.

Mint láttuk, a speciális relativitáselmélet szerint a térbeli és időbeli távolságok, nagyságok önmagukban nem meghatározottak, hanem függenek az adott koordináta-rendszertől. Ha megvizsgáljuk két esemény „távolságát”, intervallumát a Minkowski-féle négydimenziós koordináta rendszerben, azt találjuk, hogy a téridő intervallum nem függ a koordináta-rendszer sebességétől. A téridő intervallum ezen független, invariáns jellegét a következő képlet fejezi ki:

$$ds^2 = dx^2 + dy^2 + dz^2 - c^2 dt^2 \quad (5)$$

ahol  $ds$  = a két esemény távolsága a négydimenziós téridőben;  $dx, dy, dz$  = térkoordináták;  $cdt$  = a térkoordinátának vett időadat.

Az (5) képletből következik, hogy a téridőintervallum ( $ds$ ) változatlan marad minden inercia-rendszerben, független a mozgó test sebességétől. Tehát a téridő intervallum invariáns jelleggel bír, valamennyi inercia-rendszerre vonatkoztatva állandó érték, azaz abszolút. Tehát míg a speciális relativitáselmélet kimutatja a térbeli távolság ( $dl$ ) és időbeli hosszúság ( $dt$ ) függőségét a mozgó test sebességétől, addig Minkowski elmélete rámutat a téridő intervallum ( $ds$ ) invariáns, változatlan, független jellegére. Amíg a térbeli és időbeli koordináták külön-külön viszonylagos jellegűek, addig a téridő intervallum abszolút.

\*

A speciális relativitáselmélet ezen felfogása — szerintünk — korántsem jelenti azt, hogy filozófiai szempontból is abszolútnak kell tekinteni a téridőt. A speciális relativitáselmélet tétele csak egymáshoz képest egyenesvonalú egyenletes mozgást végző rendszerek, tehát inercia-rendszerek esetében érvényes; s így a téridő abszolút, invariáns jellege nem akármilyen — s főleg nem a mozgó anyagtól való — hanem csak meghatározott feltételektől (elsősorban inercia-rendszerektől) való függetlenséget jelent.

Azt, hogy a téridő abszolút jellege nem jelenti az anyagtól való függetlenséget, bizonyítja az ún. általános relativitáselmélet<sup>15</sup> tanítása is. A gravitációs elmélet több ponton meghaladja a speciális relativitáselmélet tanítását. A legdöntőbb különbségek a következők: 1. A gravitációs elméletben nem érvényes a tér és az idő homogenitása; illetve csak végtelenül kis tér és végtelenül kis időintervallum esetében érvényes; 2. a téridő geometriája a nem-euklidesi geometria; 3. a gravitációs-elmélet tételei nem-inerciális mozgásokra vonatkoznak; 4. nem hanyagolható el a tömegkoncentráció, és az általa kiváltott gravitációs mező; 5. a gravitációs mező jelenlétében nem érvényes a fénysebesség állandóságának elve. stb. (Meggjegyezzük, hogy ezek az elvek nem függetlenek egymástól, hanem egymásból következnek.)

A gravitációs elmélet ezen tételeiből következik, hogy sem az időt, sem a teret nem tekinthetjük abszolút adatnak, hanem mindkettő a gravitációs mezőtől függ. Amíg a speciális relativitáselmélet a teret és az időt csak a rendszer sebességétől tette függővé, de függetlennek tekintette a gravitációs mezőtől, addig az Einstein-féle gravitációs elmélet szerint a tér és az idő koordinátákon ugyanolyan relativisztikus megváltozást hoz létre a gravitációs mező, mint a mozgó test sebessége — a speciális relativitáselmélet szerint.

A speciális relativitáselmélet azonban, mint láttuk, bár a tér és az idő nagyságok külön-külön függtek a mozgó test sebességétől, a téridőintervallumot invariánsnak tekinti, azaz azonosnak minden inercia-rendszerben. A gravitációs-elmélet ezen a ponton is meghaladja a speciális relativitáselméletet. A vonzás-elmélet szerint a téridő nem rendelkezik abszolút jelleggel, a téridő struktúráját mindig a gravitációs tömeg, a tömeg mozgása és az általuk létrehozott gravitációs mező határozza meg. A gravitációs elméletben — a speciális relativitáselmélet által megalkotott téridő kontinuum úgy szerepel, mint az anyag mozgásának és eloszlásának (tömegkoncentrációnak) függvénye; rámutat a téridő és a gravitációs mezők szoros kapcsolatára. Ez a kapcsolat a gravitációs-elméletben abban fejeződik ki, hogy a gravitációs mező megfelel a téridő kontinuum görbületének, pontosabban, a gravitációs mező potenciáljának komponensei egybeesnek a Riemann-féle geometriában meghatározott, s a téridőre alkalmazott metrikus tenzor komponenseivel.

Ezáltal kitűnt, hogy a téridő metrikáját (geometria tulajdonságainak összességét), mindig az anyagi objektum mozgása és eloszlása, valamint az általuk létrehozott gravitációs mező határozza meg. Azáltal, hogy a gravitációs elmélet kimutatja a téridő metrikájának függését a gravitációs tömegtől és ennek mozgásától, valamint az általuk létrehozott gravitációs mezőtől — egyértelműen kimutatja azt, hogy a téridő kontinuum nem független a mozgó anyagtól, hanem az anyag egyik speciális megjelenési formájának — a gravitációs mezőnek — a függvénye, vagyis nem tekinthetjük a téridőt abszolútnak. Így tehát a gravitációs elmélet kimutatja a téridő függőségét a mozgó anyagtól, s ezáltal kitűnt, hogy az anyag és a téridő viszonylatában is alkalmazhatjuk a tartalom és a forma kapcsolatát.

<sup>15</sup> Az általános relativitáselmélettel kapcsolatban több szovjet fizikus és filozófus (így pl. V. A. Fok akadémikus) rámutatott arra, hogy az elmélet elnevezése nem fedi tényleges fizikai tartalmát. Éppen ezért a továbbiakban az elméletet mi sem általános relativitáselméletnek, hanem gravitációs-elméletnek fogjuk nevezni, mivel ez az elnevezés sokkal jobban fedi az elmélet fizikai tartalmát.



A relativitáselmélet szerint, mint láttuk, egyrészt a térbeli és időbeli nagyságok a mozgó test sebességétől függenek (speciális relativitáselmélet), másrészt a tér struktúráját és az idő ritmikáját, valamint a téridő metrikáját mindig a tömeg eloszlása és mozgása határozza meg (gravitációs-elmélet). Ily módon a relativitáselmélet lehetőséget ad arra, hogy a tér és az idő (vagy a téridő) kapcsolatát a mozgó anyaggal úgy tekintsük, mint a forma és tartalom viszonyát, azaz a relativitáselmélet alapján is igennel felelhetünk első kérdésünkre.

A második kérdést illetően már nem ilyen egyszerű a probléma.<sup>16</sup> Szerintünk — s ezt az álláspontunkat igyekszünk a továbbiakban megindokolni — a tartalom és forma kategóriáját csak az előbb vázolt vonatkozásban lehet az anyag és a téridő kapcsolatára alkalmazni; ill. a tartalom és forma dialektikáját nem lehet minden vonatkozásban alkalmazni a tér és az idő, valamint a mozgó anyag viszonyára.

A tartalom és forma dialektikájánál általában a következő viszonyokat szokás kiemelni: 1. a forma viszonylagos önállósága, ezen általában azt értjük, hogy a forma elmaradhat a tartalom fejlődése mögött vagy megelőzheti azt, az új tartalom megjelenhet régi formában stb.; 2. a forma visszahatása a tartalomra; 3. a tartalom és a forma ellentmondásossága. Amikor az anyag és a téridő viszonyát, mint a tartalom és forma viszonyát vizsgáljuk, ill. amikor alkalmazzuk rájuk a tartalom és forma dialektikáját, e viszonyokat kell megnevezni; azaz meg kell vizsgálni a következőket: rendelkezik-e a tér és az idő viszonylagos önállósággal; visszahathat-e a tér és az idő az anyagra, lehet-e ellentmondás a tér és az idő, valamint a mozgó anyag között? Azok a filozófusok — pl. A. I. Ujemov, N. V. Markov —, akik a tartalom és forma dialektikáját alkalmazzák az anyag, valamint a tér és az idő kapcsolatára, elsősorban a forma, tehát a téridő visszahatásával érvelnek. Éppen ezért dolgozatunkban mi is csak ezzel a kérdéssel fogunk részletesebben foglalkozni.

Ezen filozófusok szerint nemcsak a tartalom, tehát az anyag, hat a formára, tehát a téridőre, hanem a téridő kontinuum is hat az anyagra. A. I. Ujemov pl. ezt írja: „Hatást gyakorolni az anyagi folyamatokra abból a tényből fakad, hogy a tér és az idő az anyag létezési formái. Következésképpen a dialektikus materializmus szemszögéből világos a tér és az idő, valamint az anyag egymásrahatása. Az ilyen egymásrahatás tipikus példája a forma és a tartalom egymásrahatásának.”<sup>17</sup> Hasonló álláspontra helyezkedik N. V. Markov is, aki álláspontját így foglalja össze: „Ha egyik oldalról a tér és az idő, a másik oldalról a mozgó anyag kapcsolatát mint a tartalom és forma dialektikus viszonyát tekintjük, akkor a tér és az idő viszonyának vizsgálatakor nyilvánvalóan használni kell a marxizmus—leninizmus formáról és tartalomról szóló tanításának egész elméleti gazdagságát.”<sup>18</sup>

<sup>16</sup> Ez egyébként megmutatkozik már abban az egyszerű tényben is, hogy amíg az első kérdésre adott felelet általában minden marxista filozófusnál azonos az általunk adott felelettel, azaz e kérdésben nincsenek nagyobb viták a marxista filozófusok között; addig a másik kérdésben már nem ilyen egyöntetű a válaszadás. Különböző, egymásnak ellentmondó vélemények vannak.

<sup>17</sup> A. I. Ujemov: Lehet-e a téridő kontinuum kölcsönhatásában az anyaggal? Voproszi Filozofii 1954. III. sz. 179. old. (oroszul).

<sup>18</sup> N. V. Markov: V. I. Szvigyerszkij: Tér és idő c. munkájának recenziója. Voproszi Filozofii 1959. 3. sz. 143. old. (oroszul).

Ez az álláspont nem állja meg teljesen a helyét. Ha ontológiai szempontból vizsgáljuk meg a tér és az idő anyagra való hatását, akkor vagy azt kell mondanunk, hogy valamilyen anyagon belüli hatásról, azaz nem az anyag és valami (ami nem anyagi), hanem az anyagnak anyaggal való kölcsönhatásáról van szó, s ekkor végsősoron eljutunk a térnek és az időnek az anyaggal való helytelen azonosításához; vagy azt, hogy valamilyen anyagon kívüli hatásról van szó, ami nem anyagi, hat az anyagra, s ekkor pedig ellentmondunk a dialektikus materializmus anyag-szubsztancia elvéről szóló tanításának. Ilymódon tehát, ha a tér és az idő anyagra való hatásáról beszélünk, akkor ontológiai szempontból, s csakis ebből a szempontból — ezt a visszahatást vagy mint az anyagon belüli hatást kell tekintenünk, — s ebben az esetben fennáll a szubsztancia és ennek attribútumai helytelen azonosításának veszélye, vagy mint valamilyen nem-anyagnak a hatását, ez pedig a tér és az idő abszolútizálásának veszélyét rejtí magában; azaz ez az álláspont — tehát a tér és az idő anyagra való hatásának elismerése — ontológiai szempontból vagy az anyag és a téridő *metafizikus azonosításához*, vagy a nem kevésbé *metafizikus elszakításához* vezethet.

Világos, hogy a marxista filozófiának a térről és az időről, mint az anyag létformáiról szóló tanítását nem lehet úgy felfogni, mint a tartalom és a forma egymásrahatásának „tipikus példáját”. Világos, hogy a tér és az idő vizsgálatakor nem lehet mechanikusan használni „a marxizmus—leninizmus formáról és tartalomról” szóló tanításának egész elméleti gazdagságát”. Itt a „létforma” kifejezés a szubsztancia attribútuma értelmében használatos, s ezt a „létformát” nem lehet általában a formával azonosítani; éppen ezért nem lehet a tartalom és forma egész dialektikáját — így például a forma visszahatását a tartalomra — *változatlanul* kiterjeszteni a mozgó anyag és a téridő kapcsolatára. Ezen alkalmazásnál érvényesíteni kell nemcsak „a tartalom és a formáról szóló tanítás egész elméleti gazdagságát”, hanem általában a marxista filozófia, a marxi dialektika elméleti gazdagságát; azaz meg kell vizsgálni, hogy ebben a speciális esetben, tehát az anyag és a téridő viszonylatában hogyan érvényesül a tartalom és a forma dialektikája.

Ez az elemzés pedig — mint láttuk — azt mutatja, hogy ontológiai síkon a tartalom és forma dialektikájának mechanikus alkalmazása a mozgó anyag és a téridő kapcsolatában bizonyos metafizikus — s ebből következőleg idealista — elferdítések veszélyét hordja magában.

Mindeddig az anyagról, valamint a térről és az időről filozófiai értelemben, tehát mint ontológiai kategóriáról beszéltünk. Látni kell azonban azt, hogy amikor az anyagról és a téridőről nem mint ontológiai kategóriáról van szó, tehát nem az anyagról mint olyanról, s nem a térről és az időről mint olyanról, akkor alkalmazható rájuk a tartalom és forma dialektikája. Itt hasonló a helyzet, mint az anyag és a tudat viszonyánál; ahogy a marxista filozófia csak egy ponton — azon ismeretelméleti kérdés eldöntésénél, hogy melyik az elsődleges, s melyik a másodlagos — tekinti az anyag és a tudat szembenállását abszolútnak, s minden más vonatkozásban szembenállásukat viszonylagosnak tekinti, ugyanígy az anyag és a téridő kapcsolatára is csak ontológiai szempontból nem alkalmazható a tartalom és forma dialektikája.

Azt, hogy a téridő hat az anyagra, bizonyítja a gravitációs elmélet is. Mint láttuk, a gravitációs elmélet szerint a téridő geometriai tulajdonságait a tömeg eloszlása és mozgása, valamint az általuk létrehozott gravitációs mező határozza meg. A gravitációs elmélet ugyanakkor kimutatta azt is, hogy a téridő geometriai tulajdonságai (pl. a téridő görbülete) visszahat a gravitációs mezőre és a tömeg mozgására. Ti. ahol a téridő szerkezete görbült; ott görbült a gravitációs mező is (azaz megfelel nem-euklidesi geometriának) és a tömeg is görbült pályán mozog, azaz követi a téridő szerkezet görbültségét. Ily módon az anyag sűrűségének (eloszlásának) és mozgásának megváltozása létrehozza a gravitációs mezőt, amely megváltoztatja a téridő geometriai tulajdonságait, és a téridő megváltozása visszahat a tömeg mozgására. Az anyag egyik attribútumának (a mozgásnak) megváltozása hat az anyag másik attribútumának (a térnek és az időnek) megváltozására, s ez visszahat az előzőre.

A relativitáselmélet nemcsak a tér és az idő szoros egységét tárta fel, hanem az anyag attribútumainak egységét is, ezt fejezi ki az a tény, hogy a tömeg eloszlása és mozgása hozza létre a gravitációs mezőt, és a gravitációs mező pedig létrehozza a téridő metrikájának görbületét, amely visszahat a tömeg mozgására. Ezáltal a gravitációs elmélet — feltárva az anyag létformáinak és létezési módjának szoros egységét — mindinkább aláhúzza a világ anyagi egységét.

A tér és az idő, valamint a mozgó anyag ezen egységén alapulva lehet megmagyarázni pl. a tehetetlen és a gravitációs tömeg egyenlőségének tényét is. Az inerciális tömeg, amely a mozgásra hat és a gravitációs tömeg, amely a téridőre hat, egyenlősége a téridő és a mozgás elszakíthatatlanságával, a téridő és a mozgás kölcsönös feltételezettségével magyarázható meg. Láthatjuk, hogy a gravitáció, a mozgás és a téridő egységben vannak. Ha a mozgás hat a téridőre, akkor a téridő hat a mozgásra; ugyanakkor a tömeg függ a gyorsulástól, a tömeg által létrehozott gravitációs mező pedig hat a téridőre, amely befolyásolja a mozgást.

Ily módon a relativitáselmélet, bebizonyítva a mozgás, a tömeg és a téridő egységét, igazolja fenti álláspontunkat, tehát, hogy a téridő konkrét tulajdonságai visszahatnak az anyag és a mozgás konkrét tulajdonságaira, vagyis ilyen vonatkozásban alkalmazhatjuk a tartalom és forma dialektikáját a téridő és az anyag kapcsolatára.

A dialektikus materializmus, valamint a relativitáselmélet tanítása alapján tehát látható, hogy a tartalom és forma kategóriája alkalmazható a mozgó anyag, valamint a tér és az idő kapcsolatára, de ennek az alkalmazhatóságnak korlátai vannak. A tér és az idő az anyag *sajátos* formái, erre utal a „létforma” megkülönböztetés. Ez azt jelenti, hogy a tartalom és forma viszonya csak *bizonyos* vonatkozásokban áll fenn az anyag és a téridő kapcsolatában; elsősorban olyan vonatkozásban, hogy az anyag léte függ a tértől és az időtől, (az anyag nem mozoghat másként, mint térben és időben), és a teret és az időt mindig az anyag mint tartalom határozza meg. A tartalom és a forma dialektikájának alkalmazása azonban a tér és az idő anyaggal való kapcsolására csak bizonyos korlátokon belül lehetséges, csak akkor, amikor az anyag, illetve a tér és az idő *konkrét* tulajdonságairól van szó, de ontológiai értelemben ez az alkalmazás helytelen. Egy ilyen álláspont végsősoron a tér és az idő lényegének, valamint az anyaggal való kapcsolatuknak teljes eltorzításá-

hoz, ezen kategóriák önállóításához, s ezáltal az anyagtól való elszakításukhoz vezet. Vagyis azt jelenti, hogy ezeket a kategóriákat megfosztjuk belső lényegüktől, tartalmuktól, a mozgó anyaggal való elszakíthatatlan kapcsolattól.

A dialektikus materializmus értelmében a tér és az idő lényegét csak úgy tudjuk helyesen felfogni, ha elismerjük a mozgó anyagtól való függőségüket; ha elismerjük, hogy ezek az anyag létformái, s mint ilyeneket, mindig a mozgó anyag, mint tartalom határozza meg.

## ПРОСТРАНСТВО И ВРЕМЯ КАК ФОРМЫ СУЩЕСТВОВАНИЯ ДВИЖУЩЕЙСЯ МАТЕРИИ

Андраш Кочонди

Центральным вопросом статьи является вопрос о том, что можно ли применять и в каком отношении марксистское учение о содержании и форме к связи движущейся материи с пространством и временем.

Автор сперва излагает концепцию субъективного идеализма, по вопросам пространства и времени и критикуя эту концепцию, изложит свою точку зрения в вышеупомянутых вопросах. Согласно диалектическому материализму, пространство и время являются формой существования движущейся материи, поэтому их свойства определяются всегда материей, являющейся содержанием. Эта позиция марксистской философии утверждается современной физической теорией пространства и времени, теорией относительности, которая доказывает что координаты пространства и времени зависят от скорости (системы инерции) движущейся вещи. Специальная теория относительности считает пространственное время абсолютным, неизменным, но теория гравитации доказывает, что пространственное время определяется тоже движущейся материей (разъезд и движение масс). Пространство-время является особой формой появления материи, формой существования гравитационного поля. Таким образом на основе теории относительности, отношение пространства и времени (значит пространства-времени) с движущейся материей можем считать отношением формой с содержанием.

По мнению автора категорию содержания и формы можно применять к связи материи с пространством-временем только в предыдущем отношении; то есть диалектику содержания и формы нельзя во всех отношениях применять к связи пространства и времени с движущейся материей. Применение диалектики содержания и формы к связи движущейся материи на онтологическом плане включает в себе опасность метафизических, значит идеалистических искажений. В то же время во всех других областях действует диалектика содержания и формы на связь движущейся материи с пространством-временем. Теория гравитации доказывает то же самое. Теория гравитации показывает, что геометрические свойства пространства-времени воздействуют на гравитационное поле, определяющее пространство-время.

На основе результатов диалектического материализма и современных естественных наук, мы можем правильно понимать сущность пространства и времени, только в том случае, если мы признаём, что они являются формами существования материи и они определяются всегда движущейся материей как содержанием.

## DER RAUM UND DIE ZEIT ALS WESENSFORMEN DER SICH BEWEGENDEN MATERIE

András Kocsondi

Die zentrale Frage der Abhandlung ist es, ob die marxistische Lehre von Inhalt und Form verwendbar sei auf die Beziehung der sich bewegenden Materie des Raumes und der Zeit.

Der Verfasser macht zuerst bekannt die subjektive, idealistische Auffassung des Raumes und der Zeit und kritisierend diesselbe entwickelt seinen Standpunkt über diese Frage. Dem dialektischen Materialismus nach sind der Raum und die Zeit die Wesensformen der sich bewegenden Materie, ihre Eigenschaften werden daher immer von der Materie, als Inhalt bestimmt. Dieser Standpunkt der marxistischen Philosophie wird von der modernen Theorie der Physik über Raum und Zeit,

von der Theorie der Relativität bestätigt, die beweist, dass die Koordinaten des Raumes und der Zeit von der Geschwindigkeit des sich bewegenden Körpers abhängen. Die spezielle Relativitätstheorie betrachtet die Raumzeit absolut, invariabel, aber die Gravitationstheorie beweist, dass auch die Raumzeit von der sich bewegenden Materie (Zerteilung und Bewegung der Menge) bestimmt wird. Die Raumzeit ist die Wesensform einer der speziellen Erscheinungsformen der Materie, die des Gravitationsfeldes. Die Beziehung des Raumes und der Zeit (Raumzeit) mit der sich bewegenden Materie kann also auf Grund der Relativitätstheorie als Verhältnis zwischen Form und Inhalt betrachtet.

Dem Verfasser nach kann die Kategorie des Inhaltes und der Form nur in der vorangehenden Beziehung über den Zusammenhang der Materie und der Raumzeit verwendet werden, d. h. die Dialektik des Inhalts und der Form kann nicht in aller Hinsicht auf das Verhältnis des Raumes und der Zeit und der sich bewegenden Materie verwendet werden. Die Verwendung der Dialektik des Inhalts und der Form auf die Beziehung der sich bewegenden Materie und der Raumzeit auf ontologischer Plattform birgt die Gefahr gewisser metafysischer — und daraus folgender idealistischer — Entstellungen in sich. Die Dialektik des Inhalts und der Form bezieht sich zugleich auf allen übrigen Gebieten auf die Beziehung der sich bewegenden Materie und der Raumzeit. Das beweist auch die Gravitationstheorie. Die Gravitationstheorie beweist, dass die geometrischen Eigenschaften der Raumzeit auf das die Raumzeit bestimmende Gravitationsfeld zurückwirken.

Auf Grund der Resultate des dialektischen Materialismus und der modernen Naturwissenschaften kann das Wesen des Raumes und der Zeit nur so richtig aufgefasst werden, wenn man anerkennt, dass diese die Wesensformen der Materie sind und als solche immer von der sich bewegenden Materie als Inhalt bestimmt werden.